Aus dem Städt. Kaiser- und Kaiserin-Friedrich-Kinderkrankenhaus
in Berlin
(Direktor: Prof. Dr. Opitz)

Untersuchungen über die Resorption rektal zugeführter Kohlehydrate

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

GERD BLUHME

aus Halberstadt

Tag der Promotion: 4. Juni 1941

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Mariensfr. 13

M 80

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Opitz
Korreferent: Prof. Dr. Bessau

Dem Andenken meines Vaters

Die künstliche Ernährung vom Mastdarm aus ist von praktischer Bedeutung bei Kranken, bei denen die perorale Zufuhr bzw. die Resporption im Dünndarm vorübergehend nicht wünschenswert erscheint oder sogar vorübergehend unmöglich geworden ist. Die Ansichten über den Wert der rektalen Ernährung sind allerdings geteilt. Besonders eingehend wurde die Frage der Resorption von rektal zugeführten Kohlehydraten untersucht; man hat sie auf verschiedene Weise zu beantworten gesucht.

Bereits Ende der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden von Voit und Bauer Versuche angestellt, die zeigten, daß ein Hund ein Stärkeklystier 36 Stunden bei sich behielt, und daß der nach dieser Zeit entleerte Kot keine Spur von Zucker oder Amylum mehr enthielt. Das injizierte Stärkemehl war also resorbiert, und zwar als Zucker. Letzteres wurde dadurch bewiesen, daß in dem eine Stunde nach Verabreichung des Stärkeklystiers aus dem Rektum herausgezogenen Darminhalt reichlich Zucker nachweisbar war. Mc. Naely und Willems untersuchten an Hunden die Resorption einer 5prozentigen Dextroselösung aus dem isolierten Dickdarm und fanden, daß hierbei fast gar keine Dextrose resorbiert wurde; sie konnten 1½ Stunden nach Einbringung der Zuckerlösung ins Colon des Hundes noch 98 % des Zuckers im Colon nachweisen. Ebeling fand gleichfalls im Dickdarm des Hundes nur eine geringe Resorption von Kohlehydraten. Büdingen verwendete zu seinen Versuchen Katzen; er spritzte in die operativ isolierte Dickdarmschlinge Traubenzuckerlösungen von verschiedener Konzentration und sah, daß aus hypotonischen Lösungen nur sehr wenig Traubenzucker, aus schwach hypertonischen Lösungen bis zu 20 % der eingeführten Traubenzuckermenge resorbiert wurde. Die Tierversuche ergaben also kein einheitliches Resultat.

Die ersten Untersuchungen am Menschen wurden mittels der sog. „Auswaschungsmethode" angestellt. Bei dieser Methode wurden das Klysma und der wiedergewonnene Darminhalt bezüglich ihres Gehaltes an Kohlehydraten verglichen; das Defizit wurde als resorbiert betrachtet. Schönborn machte 1896/97 als Erster derartige Versuche; er gab Traubenzuckerlösungen verschiedener Konzentration rektal bei Kranken, wo künstliche Ernährung wünschenswert war. Der Darm

wurde bestimmte Zeit nach dem Einlauf von einer Stunde aufwärts mit Aqua dest. ausgespült und der Zuckergehalt dieser Ausspülungsflüssigkeit untersucht. So fand er z. B. bei einer 59jährigen Frau eine Stunde nach dem Traubenzuckerklystier von 34 g eingeführten Traubenzuckers nur noch 6 g im Reinigungsklystier wieder und bei einem 20jährigen Mädchen von 174 g sogar nur 30 g. Aehnliche Resultate ergaben auch seine übrigen Versuche. Auf Grund seiner zahlreichen Versuche hält er die Traubenzucker-Klystiere für sehr wertvoll. Die Resorption war durchgehend in der ersten Stunde am größten und wurde durch die Konzentration der Lösungen nur sehr wenig beeinflußt; von einer 16proz. Lösung wurde in einer Stunde fast ebensoviel resorbiert wie von einer 10prozentigen Lösung, wenn die Zuckermenge die gleiche war. Plantenga stellte ähnliche Versuche mit Rohrzucker an; binnen 1½ Stunden wurden 100 g resorbiert. In seinen Versuchen war die Aufnahme durch den Dickdarm der Menge und dem Prozentgehalt der injizierten Rohrzuckerlösung entsprechend. Deucher gab innerhalb 19 Stunden fünf Einläufe von je 500 ccm Wasser mit 40 g Dextrose in Abständen von 2½ bis 3 Stunden. Vor jedem Zuckerklystier wurde ein Reinigungseinlauf gemacht. Von 200 g Dextrose wurden 155 g resorbiert; das sind 77,5 % der eingeführten Zuckermenge. Nach einem 5proz. Traubenzuckereinlauf sahen Jacobsohn und Rewald sogar eine 100proz. Resorption. Gleichartige Versuche — auch mit Di- und Polysacchariden — wurden von Arnheim, Bálint, Bingel, Büdingen, v. Halász, Leube, Lüthje, Orlowski, Preßman, Rubino und Varela ausgeführt. Alle Autoren fanden einige Stunden nach den Zuckerklystieren in der Ausspülungsflüssigkeit oder im spontan entleerten Stuhl weniger Zucker wieder als sie verabreicht hatten.

Mit der Resorption des gesamten eingeführten Zuckers darf allerdings nicht gerechnet werden, da sicher ein gewisser Teil durch Gärung zu Verlust kommt. Einige Autoren (Bingel, Preßman, v. Noorden, Reach, Strauß) schätzten die Verluste durch Gärung sehr hoch ein. Strauß unterließ aus diesem Grunde die quantitative Untersuchung als nicht maßgebend. Plantenga widersprach dieser Ansicht und suchte seine Anschauung durch Versuche zu erhärten. Er mischte vier Zuckerlösungen von verschiedener Konzentration, nämlich 5, 10, 15 und 20 % mit Faeces und setzte diese bei 37 Grad C. in den Brutschrank. Nach einer Stunde konnte

keine deutliche Verminderung des Konzentrationsgrades nachgewiesen werden. Nach drei Stunden war nur eine geringe Abnahme des Zuckergehaltes zu konstatieren, und zwar betrug die Verminderung 1,25 %, 1,88 %, 0,95 % und 1,56 %; Reach fand dagegen in ähnlichen Versuchen eine Abnahme des Zuckergehaltes um 16 %, 5 %, 2 % und 0 %. Leube hält die Zersetzung des Zuckers deshalb für gering, weil nach ihm die Resorption sehr rasch vonstatten geht; sie war in der ersten Stunde am größten, wie dies auch Schönborn angibt, und zwar wurden in der ersten Stunde 60—90 % resorbiert.

Man versuchte auch, Zuckerklystiere bei der Behandlung des Diabetes mellitus anzuwenden, und sah nach rektaler Traubenzuckergabe eine Abnahme der Acidosis (Arnheim, Bálint, Lüthje, Rendle-Short und Bywater), was als Beweis für die Resorption des Zuckers aus dem Mastdarm anzusehen ist. Orlowski konnte jedoch die Beeinflussung der Acidosis nicht bestätigen.

Ueber prompte Erfolge beim hypoglykämischen Coma nach rektaler Zuckerverabreichung berichten Lüthje, sowie Bauer und Monguio.

Daß Zucker aus dem Mastdarm zur Resorption gelangt und im Stoffwechsel verbraucht wird, wurde, abgesehen von der Besserung der Acidosis bei Diabetikern und der günstigen Wirkung beim hypoglykämischen Coma, von Reach und von Hári und v. Halász dadurch wahrscheinlich gemacht, daß der respiratorische Quotient nach rektaler Verabreichung verschiedener Zuckerarten anstieg. Reach beobachtete eine langsamere, aber meist beträchtlichere Resorption von Dextrin und Stärke als von Traubenzucker.

Mit der Frage, welche Zuckerart sich am besten zur rektalen Ernährung eignet, hat sich besonders v. Halász beschäftigt. Er stellte zahlreiche vergleichende Untersuchungen an und fand, daß von Dextrose, Lävulose, Lactose und Maltose der Dextrose unbedingt der Vorrang gebührt, während sich die Maltose am wenigsten bewährte.

Als ein Kriterium für die Resorption von Kohlehydraten im Dickdarm betrachteten einige Autoren das Steigen des Blutzuckers. 1913 prüfte Lüthje als Erster den Einfluß von Traubenzuckerklystieren auf den Blutzucker; er konnte in fünf Versuchen einen Blutzuckeranstieg nach Traubenzuckereinläufen (5,4 prozentig) beobachten. Die größte Steigerung betrug 103 mg%, die eine Stunde nach dem Einlauf erreicht wurde. In 14 Versuchen mit 20prozentigen Dextroselösungen

stellten Julesz und Winkler zweimal eine Hypoglykaemie und achtmal eine Hyperglykaemie fest; in vier Versuchen wurde der Blutzucker nicht wesentlich beeinflußt. In diesen Versuchen betrug die größte Steigerung 32 mg %. Schon nach 20 Minuten konnten sie klar das Steigen des Blutzuckers sehen. Das Maximum lag meist um dieselbe Zeit wie bei oraler Gabe. Tallerman gab 180 ccm 30prozentiger Traubenzuckerlösungen per Klysma. Die maximale Steigerung des Blutzuckergehaltes betrug in der Regel 50—60 mg % und wurde gewöhnlich nach 80 Minuten erreicht.

Im Gegensatz zu diesen Resultaten berichten einige Autoren (Levi, Preßman, Rubino und Varela, Scott und Zweighaft) über ein Absinken des Blutzuckers nach Dextroseeinläufen. Preßman fand z. B. nach 33proz. Traubenzuckerklystieren einen durchschnittlichen Abfall des Blutzuckers um 14 mg %. Levi stellte seine Versuche bei Diabetikern an; er gab 50—80 g Dextrose in 500 ccm Flüssigkeit und konnte bei vier von acht Patienten einen Abfall und nur bei zwei Patienten einen geringfügigen Anstieg des Blutzuckers feststellen; in zwei Fällen wurde der Blutzuckerspiegel nicht beeinflußt. Rubino und Varela sahen nach Einläufen mit Dextrose in 72 % und nach Einläufen mit Galaktose in 82 % der Versuche eine Senkung des Blutzuckers auftreten.

Einige Autoren (Tornack, Bauer und Monguio) berichten wiederum, daß in ihren Versuchen der Blutzucker durch Traubenzuckerklystiere niemals beeinflußt wurde.

Alle diese Versuche wurden an Erwachsenen durchgeführt. Bei Kindern wurde das Verhalten des Blutzuckers nach Kohlehydrateinläufen bisher nur in wenigen Versuchen geprüft, einmal nur bei einem Säugling (Schäfer), und zwar mit einer 10prozentigen Rohrzuckerlösung. Dieser Einlauf wurde schlecht gehalten, die Blutzuckerkurve zeigt aber einen deutlichen Anstieg. Schäfer sah bei Kindern nach Einläufen mit Malzzucker, Milchzucker, Nährzucker und Dextrin regelmäßig den Blutzucker ansteigen; er empfiehlt eine Lösung von 30 % Dextrin mit Zusatz von 0,2 % Soda und ½ Tablette Pankreon, da diese Lösung sehr schnell gespalten, sehr gut resorbiert und gut vertragen wird. Traubenzucker wurde nicht verwendet.

Kurz vor Beendigung dieser Arbeit — die Versuche hatte ich schon bis zum Frühjahr 1940 durchgeführt, konnte aber die Arbeit krankheitshalber erst im Dezember 1940 abschließen — veröffentlichte Vogtherr eine Arbeit, in der er über Ver-

suche an fünf- bis zehnjährigen Kindern berichtet. Er gab rectal Traubenzuckerlösungen in verschiedenen Konzentrationen (33 %, 40—43 %, 13,5—19 %) und verfolgte den Blutzucker über drei Stunden. Die Traubenzuckermenge wurde auf das Gewicht der Kinder bezogen, und zwar 1 und 2 g je kg Körpergewicht. In fast allen Versuchen stieg der Blutzucker; nur 3 von 23 Traubenzuckereinläufen bewirkten keinen Blutzuckeranstieg. Das Verhalten des Blutzuckers war sowohl von der Konzentration der Lösung als auch von der absoluten Zuckermenge abhängig. Der Blutzucker stieg schnell an, die Maximalwerte waren meist nach 30 Minuten erreicht. Vogtherr erhielt folgende Resultate: Die Durchschnittswerte nach Einläufen mit 1 g Traubenzucker je kg Körpergewicht als 33prozentige Lösung lagen 1/2 Stunde nach dem Einlauf um 14 mg % und 1 Stunde nach dem Einlauf um 8,2 mg % höher als der Nüchternwert. In den Versuchen mit 2 g Traubenzucker je kg Körpergewicht, als 33proz. Lösung gegeben, betrugen die Durchschnittswerte nach 1/2 Stunde 38 mg % und nach 1 Stunde 32 mg % mehr als der Nüchternwert; diese Einläufe wurden aber meist nach kurzer Zeit wieder ausgestoßen, und es mußten deshalb viele Versuche wiederholt werden. Er gab in einer neuen Versuchsreihe zu dieser Lösung 2 Blatt Gelatine; danach wurden die Einläufe etwas besser gehalten, und zwar einmal über 3 Stunden, einmal 1 Stunde und dreimal 1/2 Stunde. Diese Versuche ergaben annähernd gleiche Resultate wie die Versuche ohne Gelatine. Reine Gelatineeinläufe bewirkten kein Ansteigen des Blutzuckers. Nach 40- bis 43prozentigen Traubenzuckerlösungen (1 g Traubenzucker je kg Körpergewicht) zeigten die Durchschnittswerte nach einer halben Stunde einen Blutzuckeranstieg von 16,3 mg %; nach einer Stunde war der Blutzucker wieder auf den Ausgangswert abgesunken. Zum Schluß wurden noch 13,5- bis 19prozentige Lösungen (1 g Traubenzucker je kg Körpergewicht) untersucht; der Blutzucker stieg nach 1/2 Stunde im Durchschnitt um 2,7 mg %; nach einer Stunde lag er um 1,3 mg % höher als der Nüchternwert. Von den in diesen Versuchen verwendeten Lösungen bewährten sich also in bezug auf Verträglichkeit und Blutzuckeranstieg am besten die 33prozentigen Lösungen mit 2 g Traubenzucker je kg Körpergewicht, denen 2 Blatt Gelatine zugegeben wurden. Vogtherr sagt, daß noch nicht entschieden werden kann, welche Konzentration der Lösung für die Resorption am geeignetsten ist.

Bei älteren Kindern trat also nach Kohlehydrateinläufen fast immer ein Blutzuckeranstieg auf. Die folgenden Versuche

sollen nun zeigen, wie sich der Blutzucker, besonders beim Säugling, nach Kohlehydrateinläufen verhält.

Eigene Versuche.

Die Versuche wurden an Kindern im Alter von 2 Monaten bis 13 Jahren ausgeführt. Die Kinder waren fieberfrei, hatten keine Krankheitserscheinungen von seiten des Darmes und standen meist kurz vor der Entlassung; es handelte sich also praktisch um gesunde Kinder. Folgende Kohlehydratklystiere wurden verwendet: 10- und 20prozentige Traubenzuckerlösungen, 6prozentiger Reisschleim, ferner 6prozentiger Reisschleim mit 20 % Traubenzucker. Außerdem machte ich zum Vergleich noch einige Versuche mit physiologischer Kochsalzlösung und Leitungswasser.

Die Kinder hatten 12 Stunden vor dem Versuchsbeginn gefastet. Zwei Stunden vor dem Kohlehydratklystier erhielten sie einen Reinigungseinlauf. Nachdem der Nüchternwert des Blutzuckers bestimmt worden war, wurde das körperwarme Kohlehydratklysma gegeben. In Abständen von 20 Minuten wurde sodann Blut aus der Fingerbeere oder aus dem Ohrläppchen für die Blutzuckerbestimmung entnommen. Die Blutzuckerbestimmungen (Doppelbestimmungen) führte ich nach der Methode von Hagedorn-Jensen durch. Sämtliche Versuche erstreckten sich über 4 Stunden. Bei jedem Kinde machte ich am Tage vor dem Versuch oder der Versuchsreihe einen sogenannten Leerversuch, d. h. ich bestimmte die Nüchternblutzuckerwerte über 4 Stunden, ebenfalls in Abständen von 20 Minuten, um einen Maßstab dafür zu haben, wie sich der Blutzucker unter gewöhnlichen Umständen — ohne Einlauf — verhält.

In den ersten Versuchen erhielt jedes Kind einen 10prozentigen Traubenzuckereinlauf. Die Klysmamenge und damit auch die Zuckermenge waren nach dem Alter verschieden; sie betrug bis zum 12. Monat 60 ccm (= 6 g Traubenzucker), vom 1. bis 6. Jahr 100 ccm (= 10 g Traubenzucker) und vom 7. bis 13. Jahr 200 ccm (= 20 g Traubenzucker).

1. Norbert M. 3 Monate,
2. Hannelore M. 4 Monate,
3. Konrad L. 6 Monate,
4. Klaus R. 8 Monate,
5. Barbara S. 10 Monate,

Tabelle Ia: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
1.	101	104	103	99	94	95	98	95	91	92	101	100	95	mg%
2.	95	95	97	94	94	86	92	90	89	89	97	95	100	mg%
3.	103	98	100	101	101	103	98	95	93	94	98	95	98	mg%
4.	96	94	93	95	99	93	89	92	92	94	98	92	90	mg%
5.	89	91	90	93	91	91	91	96	95	90	92	95	93	mg%
Mittelwert:	96,8	96,4	96,6	96,4	95,8	93,6	93,6	95,6	92,0	91,8	97,2	96,2	95,2	mg%

Tabelle Ib:

Versuche mit 60 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf								
1.	98	96	101	105	109	96	97	100	81	85	86	88	86	mg%
2.	89	94	108	116	110	107	88	97	95	80	83	87	88	mg%
3.	103	114	117	131	118	111	119	116	101	104	105	101	104	mg%
4.	106	109	118	122	128	121	112	109	97	97	102	108	108	mg%
5.	93	95	104	119	112	97	103	99	95	96	100	104	101	mg%
Mittelwert:	97,8	101,6	109,6	118,6	115,4	106,4	103,8	104,2	93,8	92,4	95,2	97,6	97,4	mg%

6. Rita G. 1 Jahr,
7. Jürgen L. 3 Jahre,
8. Georg M. 6 Jahre.

Tabelle IIa: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
6.	89	92	93	89	86	94	90	91	97	100	99	92	95	mg%
7.	93	92	84	81	80	83	90	85	88	94	96	96	99	mg%
8.	99	91	93	93	101	95	100	100	102	107	104	103	98	mg%
Mittelwert:	93,6	91,6	90,3	87,6	89,0	90,6	93,3	92,0	95,6	100,3	99,6	97,0	94,0	mg%

Tabelle II b:

Versuche mit 100 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf								
6.	96	99	117	120	116	102	106	105	86	84	84	94	91	mg%
7.	101	104	112	131	135	129	125	118	103	101	100	101	101	mg%
8.	88	97	101	103	105	100	88	86	79	75	76	77	81	mg%
Mittelwert:	95,0	100,0	110,0	118,0	118,6	110,3	106,3	103,0	89,3	86,6	86,6	90,6	91,0	mg%

9. Gertrud M. 7 Jahre,
10. Gerd B. 9 Jahre,
11. Henny R. 13 Jahre.

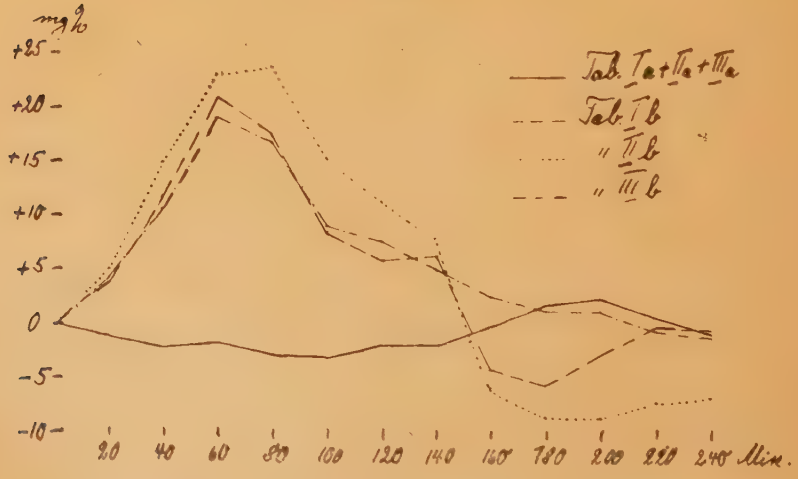
Tabelle III a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Min.
9.	89	92	87	89	83	86	81	80	85	91	89	89	82 mg%
10.	81	78	83	87	80	81	79	84	90	92	86	83	80 mg%
11.	92	88	84	90	91	86	95	90	94	94	88	89	96 mg%
Mittelwert	87,3	86,0	84,4	88,6	84,4	84,3	85,0	84,5	89,6	92,3	87,6	87,0	86,0 mg%

Tabelle III b:
Versuche mit 200 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Minuten nach dem Einlauf
9.	92	94	111	116	102	104	97	98	100	98	96	95	88 mg%
10.	82	86	85	89	89	88	82	78	83	81	80	80	76 mg%
11.	88	95	98	114	121	97	106	104	87	87	90	86	95 mg%
Mittelwert:	87,3	91,6	98,0	106,3	104,0	96,3	95,0	93,3	90,0	88,6	88,6	87,0	86,3 mg%

Abb. I.



Mittelwertskurven zu den Tabellen I a—III b.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.
Der besseren Uebersicht wegen sind die Blutzuckerwerte der 11 Leerversuche in einer Mittelwertskurve dargestellt.

In allen Versuchen trat nach den Traubenzuckereinläufen ein Blutzuckeranstieg auf. Schon nach 20 Minuten begann der Blutzucker meist zu steigen. Die Maximalwerte wurden nach 60 oder 80 Minuten erreicht. Die größte Blutzuckererhöhung betrug 34 mg % (Tab. II b, 7), bei den Säuglingen 28 mg % (Tab. I b, 3); nur in drei Versuchen (Tab. I b, 1; Tab. II b, 8; Tab. III b, 10) war der Anstieg geringer als 20 mg %. Die Blutzuckerwerte stiegen sehr schnell an; der Abfall erfolgte etwas langsamer. Zwischen der 120. und 180. Minute war der Blutzucker meist wieder auf den Ausgangswert abgesunken; starkes Absinken unter den Ausgangswert wurde nicht beobachtet. Der Vergleich mit den Blutzuckerwerten der Leerversuche läßt den Einfluß des Traubenzuckers auf den Blutzucker erkennen; dies zeigt auch sehr gut die Abbildung I. Während die Mittelwertskurven nach den Traubenzuckereinläufen deutlich ansteigen, bewegen sich die mittleren Blutzuckerwerte der Leerversuche zwischen + 0,4 mg % und — 5,0 mg %. Die Einläufe wurden gut gehalten; nur bei zwei Kindern mußten die Einläufe wiederholt werden, da sie beim erstenmal schon nach wenigen Minuten wieder ausgestoßen wurden.

Um zu beweisen, daß die Blutzuckererhöhungen wirklich durch den Traubenzucker bewirkt wurden, führte ich vergleichende Versuche mit physiologischer Kochsalzlösung, Leitungswasser und 10prozentiger Traubenzuckerlösung durch.

Jedes Kind erhielt also je einen Einlauf mit den genannten Lösungen. Die Klysmamengen richteten sich wieder nach dem Alter der Kinder; der Säugling erhielt Einläufe von je 60 ccm, das 2jährige Kind von je 100 ccm und das 9jährige Kind von je 200 ccm.

12. Dieter H. 8 Monate,
13. Volkmar D. 2 Jahre,
14. Gerd B. 9 Jahre,

Tabelle IV a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
12.	97	91	88	90	89	97	88	89	87	88	81	78	81	mg%
13.	82	90	91	82	85	88	86	86	78	83	83	79	77	mg%
14.	88	89	92	89	90	85	84	87	86	93	93	91	98	mg%
Mittelwert:	89,0	90,0	90,3	87,0	88,0	90,0	86,0	87,3	83,6	88,0	85,6	82,6	85,3	mg%

Tabelle IV b:
Versuche mit physiologischer Kochsalzlösung.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
12.	90	84	85	87	96	96	95	95	86	82	87	84	83	mg%
13.	96	98	92	93	95	87	87	96	96	94	93	85	89	mg%
14.	89	90	93	85	87	83	82	81	83	84	89	84	86	mg%
Mittelwert:	91,6	90,6	90,0	88,3	92,6	88,6	88,0	90,6	88,3	86,3	89,6	84,3	86,0	mg%

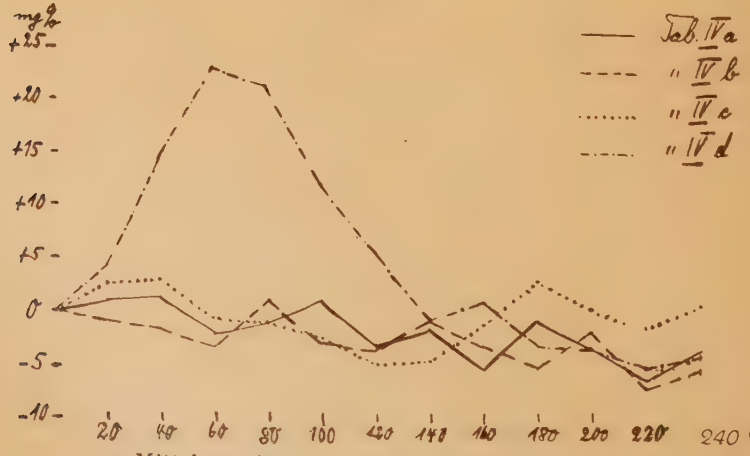
Tabelle IV c: Versuche mit Leitungswasser.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
12.	96	94	94	83	88	87	87	89	96	99	99	96	99	mg%
13.	88	90	90	91	86	84	79	80	82	91	83	83	82	mg%
14.	86	94	95	94	93	91	89	87	88	88	88	86	90	mg%
Mittelwert:	90,0	92,6	93,0	89,3	89,0	87,3	85,0	85,3	88,6	92,6	90,0	88,3	90,3	mg%

Tabelle IV d:
Versuche mit 10prozentiger Traubenzuckerlösung.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
12.	98	97	106	111	114	98	97	95	100	99	96	97	99	mg%
13.	84	90	102	107	103	93	86	84	88	85	81	76	77	mg%
14.	90	98	107	122	118	116	105	91	86	78	84	83	83	mg%
Mittelwert:	90,6	95,0	105,0	113,3	116,6	102,3	96,0	90,0	91,3	87,3	87,0	85,3	86,3	mg%

Abb. II.



Mittelwertskurven zu den Tabellen IV a—d.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%

Wie aus Abb. II zu ersehen ist, wurde der Blutzucker durch die Einläufe mit physiologischer Kochsalzlösung und Leitungswasser nicht wesentlich beeinflußt, während nach den Traubenzuckereinläufen ein deutlicher Blutzuckeranstieg auftrat. Die mittleren Blutzuckerwerte lagen nach den Einläufen mit physiologischer Kochsalzlösung zwischen + 1,0 und — 7,3 mg % (Schwankungsbreite = 8,3 mg %), nach den Einläufen mit Leitungswasser zwischen + 3,0 und — 5,0 mg % (Schwankungsbreite = 8,0 mg %), nach den 10prozentigen Traubenzuckerklystieren zwischen + 22,7 und — 5,3 mg % (Schwankungsbreite = 28,0 mg %); die mittleren Blutzuckerwerte der Leerversuche schwankten zwischen + 1,3 und — 6,4 mg % (Schwankungsbreite = 7,7 mg %).

Die Resultate dieser Versuche zeigen, daß die Blutzuckererhöhungen durch den Traubenzucker hervorgerufen sein müssen.

Bei Erwachsenen fand man nach Einläufen mit physiologischer Kochsalzlösung ebenfalls keine Beeinflussung des Blutzuckers (Lüthje, Preßman, Bauer und Monguio. Rubino und Varela), während nach Einläufen mit Leitungswasser regelmäßig eine geringe Senkung des Blutzuckers auftrat (Bauer und Monguio). Bei Kindern wurden bisher keine Versuche mit physiologischer Kochsalzlösung und Leitungswasser gemacht.

In den folgenden Versuchen sollte geprüft werden, ob das Verhalten des Blutzuckers von der Menge des zugeführten Traubenzuckers abhängig ist. Es wurden wieder 10prozentige Traubenzuckerlösungen verwendet. Die Säuglinge erhielten Einläufe mit 60 (= 6 g Traubenzucker) und 120 ccm (= 12 g Traubenzucker), die älteren Kinder Einläufe mit 100 (= 10 g Traubenzucker) und 200 ccm (= 20 g Traubenzucker) 10prozentiger Traubenzuckerlösungen.

15. Manfred B. 4 Monate,
16. Christa H. 5 Monate,
17. Irene M. 8 Monate,
18. Manfred Z. 10 Monate,
19. Monika K. 11 Monate,

Tabelle V a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
15.	103	107	98	97	101	101	101	99	99	93	95	97	94	mg%
16.	92	93	95	89	91	89	97	92	92	93	93	92	92	mg%
17.	99	99	95	96	97	98	100	100	96	94	94	94	92	mg%
18.	96	93	91	90	88	88	87	91	84	82	89	89	96	mg%
19	89	86	94	97	94	94	98	98	96	95	91	94	95	mg%
Mittelwert:	95,8	95,6	94,6	93,8	95,4	94,0	96,6	96,0	93,4	91,4	92,4	92,4	91,8	mg%

Tabelle Vb:

Versuche mit 60 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 6 g Traubenzucker).

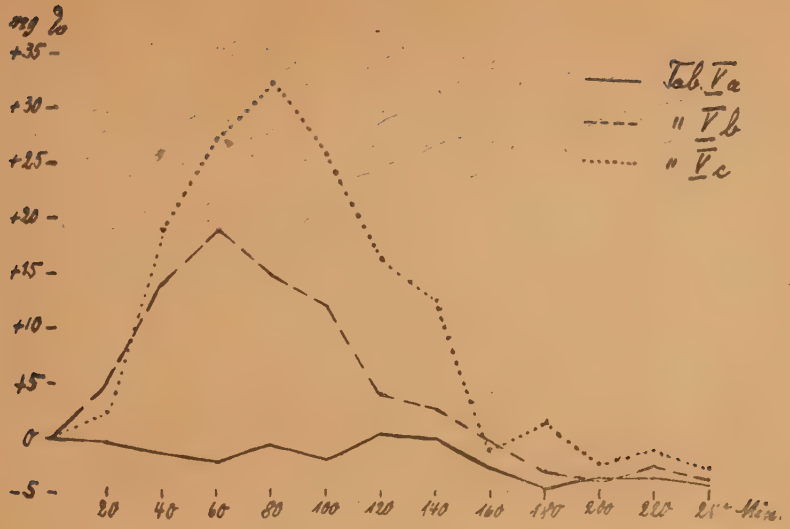
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
15.	89	92	100	108	111	108	100	92	94	86	89	90	92	mg%
16.	94	100	111	114	98	105	96	93	97	96	92	94	94	mg%
17.	92	97	120	113	114	103	96	99	97	97	90	88	82	mg%
18.	87	93	90	92	84	83	83	86	82	80	80	88	86	mg%
19.	102	108	114	133	132	127	111	109	94	92	95	93	93	mg%
Mittelwert:	92,8	98,0	107,0	112,0	107,8	105,2	97,2	95,8	92,8	90,2	89,2	90,6	89,4	mg%

Tabelle V c:

Versuche mit 120 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 12 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
15.	92	95	109	119	120	126	110	108	92	91	88	85	84	mg%
16.	86	85	103	111	114	92	89	92	83	85	85	81	83	mg%
17.	94	103	119	120	134	131	110	108	93	101	105	105	99	mg%
18.	91	95	108	116	110	106	102	105	97	99	88	94	96	mg%
19.	98	96	118	132	146	136	133	113	92	94	85	92	87	mg%
Mittelwert:	92,2	94,8	111,4	119,6	124,8	118,2	108,8	105,2	91,4	94,0	90,2	91,4	89,8	mg%

Abb. III.



Mittelwertskurve zu den Tabellen V a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Die größeren Traubenzuckermengen bewirkten also — wie aus Abb. III ersichtlich — auch die stärkeren Blutzuckererhöhungen. Das Maximum der Mittelwertskurven liegt nach 6 g Traubenzucker um 19,2 mg % und nach 12 g Traubenzucker um 32,6 mg % höher als der Ausgangswert. Der Maximalwert wurde 60 bzw. 80 Minuten nach dem Einlauf erreicht. Nur in einem Versuch (Tabelle V b, 18) wurde der Blutzucker durch das Traubenzuckerklystier nicht beeinflußt; in den anderen Versuchen stieg der Blutzucker, zum Teil sehr stark, an.

20. Arno S. 2 Jahre,
21. Werner K. 4 Jahre,
22. Alfred H. 6 Jahre.

Tabelle VI a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Min.
20.	103	101	106	107	101	100	96	102	97	96	98	98	94 mg%
21.	99	102	94	92	92	92	89	92	85	82	78	76	77 mg%
22.	96	91	87	88	96	101	95	98	98	89	89	91	96 mg%
Mittelwert:	99,3	98,0	95,6	95,6	96,3	97,6	93,3	97,3	93,3	89,0	88,3	88,3	89,0 mg%

Tabelle VI b:

Versuche mit 100 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 10 g Traubenzucker).

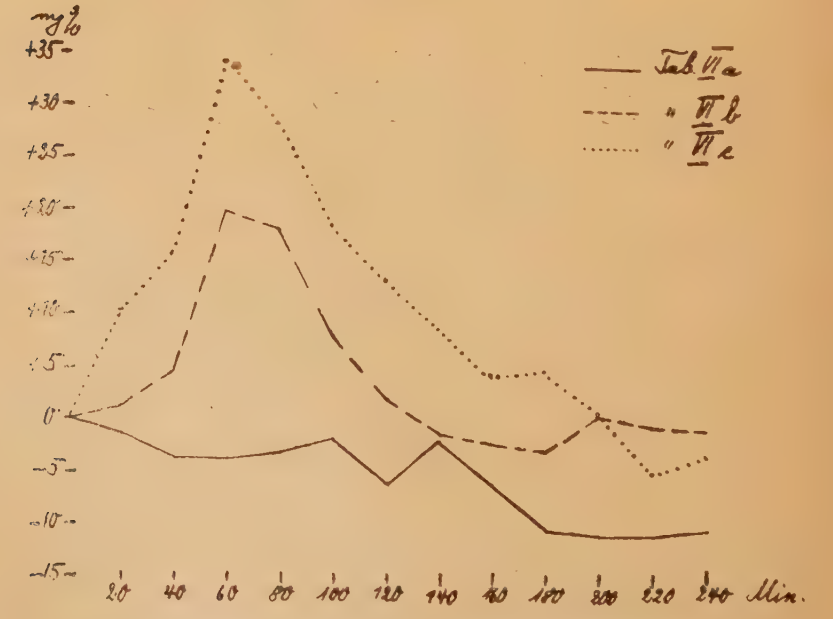
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
20.	96	95	98	120	115	105	98	92	95	88	93	93	95	mg%
21.	95	102	105	119	114	97	95	88	82	86	97	92	85	mg%
22.	88	86	90	99	104	103	92	95	95	96	90	92	96	mg%
Mitrelwert:	93,0	94,3	97,6	112,6	111,0	101,0	95,0	91,6	90,6	90,0	93,3	92,3	92,0	mg%

Tabelle VI c:

Versuche mit 200 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
20.	89	103	124	131	129	106	105	108	97	95	84	76	75	mg%
21.	91	97	110	123	115	110	110	102	97	98	97	93	97	mg%
22.	93	104	117	121	114	112	98	96	92	94	94	89	91	mg%
Mittelwert:	91,0	101,3	117,0	125,0	119,3	109,3	104,3	102,0	95,3	95,6	96,3	92,6	93,6	mg%

Abb. IV.



Mittelwertskurven zu den Tabellen VI a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Bei diesen drei Kindern bewirkten die größeren Traubenzuckermengen ebenfalls die stärkeren Blutzuckersteigerungen. Die Maximalwerte der Mittelwertskurven liegen nach 10 g Traubenzucker 19,6 mg % höher und nach 20 g Traubenzucker 34,0 mg % höher als der Ausgangswert. Die Maximalwerte wurden in beiden Mittelwertskurven nach 60 Minuten erreicht.

Alle Einläufe wurden gut gehalten. Bei einem Säugling bewirkte der Einlauf mit 120 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung eine geringe Reizung der Dickdarmschleimhaut, die aber schon am folgenden Tage ohne jede Therapie wieder abgeklungen war (Tab. V c, 16).

In den nächsten Versuchsreihen wurde untersucht, ob die Konzentration der Traubenzuckerlösung einen Einfluß auf die Blutzuckererhöhung hat. Die Säuglinge erhielten 12 g und die älteren Kinder 20 g Traubenzucker in 10- und 20prozentiger Lösung.

23. Werner M. 2 Monate,
24. Peter J. 4 Monate,
25. Inge P. 8 Monate,
26. Fritz A. 10 Monate,
27. Brigitte L. 11 Monate.

Tabelle VII a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
23.	103	102	96	98	98	95	91	93	101	104	103	99	102	mg%
24.	84	82	85	87	94	92	93	94	86	91	91	92	96	mg%
25.	95	96	95	99	97	92	94	91	94	83	87	89	84	mg%
26.	90	87	87	87	78	82	82	79	90	86	85	93	91	mg%
27.	82	84	83	78	76	78	78	84	84	84	86	86	86	mg%
Mittelwert:	90,8	90,2	89,2	89,8	88,6	87,8	87,6	88,2	91,0	89,6	90,4	91,8	91,8	mg%

Tabelle VII b:

Versuche mit 120 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 12 g Traubenzucker).

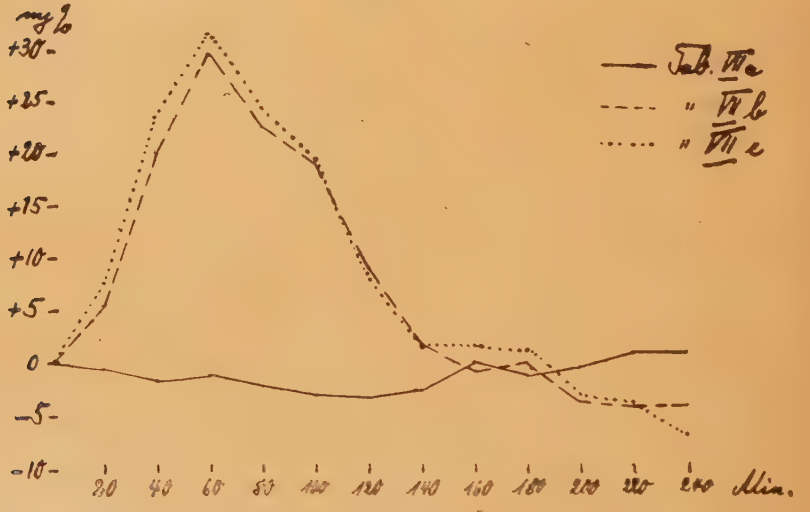
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minutdn nach dem Einlauf								
23.	86	95	111	118	116	109	95	82	87	89	87	92	93	mg%
24.	92	94	106	110	113	107	88	96	95	96	89	82	84	mg%
25.	103	108	124	126	110	121	118	101	96	94	90	88	94	mg%
26.	82	90	108	120	111	99	87	84	80	80	83	83	80	mg%
27.	98	102	113	135	124	120	119	107	99	102	94	96	90	mg%
Mittelwert:	92,2	97,8	112,4	121,8	114,8	111,2	101,4	94,0	91,4	92,2	88,6	88,2	88,2	mg%

Tabelle VII c:

Versuche mit 60 ccm 20prozentiger Traubenzuckerlösung (= 12 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
23.	89	97	109	122	115	110	91	82	82	84	85	84	80	mg%
24.	96	101	114	127	118	113	101	103	100	9 4	96	100	99	mg%
25.	94	103	121	119	110	114	100	100	100	86	79	82	81	mg%
26.	84	96	117	120	110	93	88	74	76	87	81	78	76	mg%
27.	91	95	111	121	123	121	118	104	105	109	98	91	84	mg%
Mittelwert:	90,8	98,4	114,4	121,8	115,2	110,2	99,6	92,6	92,6	92,0	87,8	87,0	84,0	mg%

Abb. V.



Mittelwertskurven zu den Tabellen VII a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Die größte Steigerung der Mittelwertskurve beträgt nach 10prozentigen Traubenzuckerlösungen 29,6 mg % und nach 20prozentigen Traubenzuckerlösungen 31,8 mg %. Bei diesen Säuglingen waren also die Blutzuckererhöhungen nicht von der Konzentration der Traubenzuckerlösungen abhängig. Der Unterschied zwischen beiden Mittelwertskurven beträgt nur 2,2 mg %.

28. Ingrid F. 2 Jahre,
29. Manfred P. 4 Jahre,
30. Brigitte Sch. 6 Jahre.

Tabelle VIII a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
28.	94	92	92	93	98	96	90	82	80	84	79	78	75	mg%
29.	95	99	101	100	98	99	91	88	92	92	93	87	89	mg%
30.	78	76	77	81	81	79	84	87	82	82	82	86	91	mg%
Mittelwert:	89,0	89,0	90 0	91.3	92,3	91,3	88,3	85,6	84,6	86,0	84,6	83,6	85,0	mg%

Tabelle VIII b:

Versuche mit 200 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker).

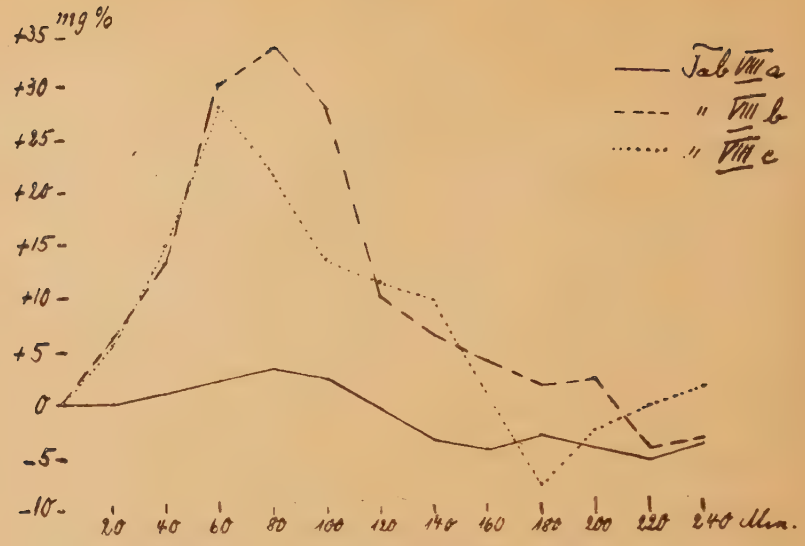
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
28.	92	98	103	122	120	120	106	104	102	91	86	79	82	mg%
29.	97	106	111	130	139	134	111	110	106	102	103	91	86	mg%
39.	82	86	97	109	112	100	84	76	75	83	89	88	93	mg%
Mittelwert:	90,3	96,6	103,6	120,3	123,6	118,0	100,3	96,6	94,3	92,0	92,6	86,0	87,0	mg%

Tabelle VIII c:

Versuche mit 100 ccm 20prozentiger Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf												
28.	97	95	102	114	115	102	104	103	93	93	93	98	99	mg%
29.	86	102	114	125	117	114	105	102	81	79	91	93	98	mg%
30.	89	92	101	117	104	97	97	96	84	77	80	80	79	mg%
Mittelwert:	90,6	96,3	105,6	118,6	112,0	104,3	102,0	100,3	86,0	83,0	88,0	90,3	92,0	mg%

Abb. VI.



Mittelwertskurven zu den Tabellen VIII a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Die Abb. VI zeigt, daß auch bei diesen drei Kindern die Konzentration der Traubenzuckerlösung keinen Einfluß auf die Blutzuckererhöhung hatte. Die maximale Steigerung der Mittelwertskurve beträgt nach den 10prozentigen Traubenzuckereinläufen 33,3 mg % und nach den 20prozentigen Traubenzuckereinläufen 28,0 mg %.

Die 10prozentigen Traubenzuckerlösungen wurden von allen Kindern gut vertragen, während die 20prozentigen Lösungen bei allen Säuglingen eine Reizung der Dickdarmschleimhaut hervorriefen. Das 4- und das 6jährige Kind klagten kurze Zeit nach dem Einlauf mit 20prozentiger Traubenzuckerlösung über Leibschmerzen. Die 20prozentigen Lösungen wurden auch schlecht gehalten. Mehrere Einläufe mußten wiederholt werden, da die Lösungen bald nach dem Einlauf wieder ausgestoßen wurden.

In den bisher angeführten Versuchen bewirkten also die Traubenzuckereinläufe fast regelmäßig eine Steigerung des Blutzuckers. Der Vergleich mit den Blutzuckerwerten der Leerversuche läßt den Einfluß des Traubenzuckers eindeutig erkennen.

Um festzustellen, ob das Lösungsmittel von Bedeutung ist, wurde nun statt Wasser Reisschleim verwendet. Zunächst

wurde untersucht, welchen Einfluß Einläufe mit 6prozentigem Reisschleim auf den Blutzucker haben. Die Säuglinge erhielten Einläufe mit 60 ccm und 120 ccm 6prozentigen Reisschleims, die 2- bis 4jährigen Kinder Einläufe mit 100 ccm und 200 ccm und die 8- bis 12jährigen Kinder Einläufe mit 150 und 300 ccm 6prozentigen Reisschleims.

31. Jürgen A. 3 Monate,
32. Rosemarie M. 4 Monate,
33. Karl Heinz D 10 Monate,
34. Gerhard Sch. 11 Monate,
35. Erich Sch. 11 Monate.

Tabelle IX a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Min	
31.	94	101	100	91	92	84	83	81	89	88	88	84	81	mg%
32.	101	100	92	94	94	97	96	105	99	102	100	102	105	mg%
33.	89	96	97	85	85	82	83	91	91	89	90	90	94	mg%
34.	98	93	94	94	83	80	79	84	80	78	73	81	79	mg%
35.	82	83	77	90	87	87	92	89	95	97	99	98	93	mg%
Mittelwert:	92,8	94,6	92,0	90,8	88,2	86,0	86,6	90,0	90,8	90,8	90,0	91,0	90,4	mg%

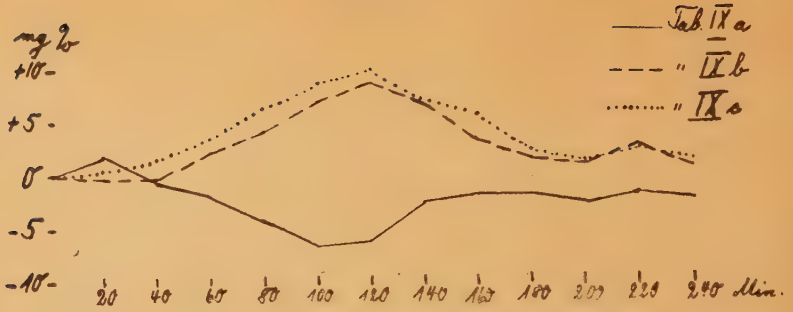
Tabelle IX b:
Versuche mit 60 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Minuten nach dem Einlauf.	
31.	101	99	96	103	107	111	116	110	109	105	100	101	99	mg%
32.	93	93	97	95	85	87	94	91	89	88	91	95	94	mg%
33.	93	95	90	93	97	101	101	100	95	93	90	87	87	mg%
34.	102	100	100	105	111	110	107	108	105	96	97	98	101	mg%
35.	95	96	100	99	104	109	108	107	102	108	110	111	106	mg%
Mittelwert:	96,8	96,6	96,6	99,0	100,8	103,6	105,2	103,2	100,0	98,0	97,6	98,4	97,4	mg%

Tabelle IX c:
Versuche mit 120 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Minuten nach dem Einlauf.	
31.	93	95	95	99	103	111	111	105	106	99	99	104	103	mg%
32.	95	97	97	96	99	102	106	101	98	98	91	92	94	mg%
33.	97	95	93	98	100	101	103	102	100	97	98	96	93	mg%
34.	94	96	100	101	104	103	107	103	102	96	101	102	104	mg%
35.	104	102	105	106	108	109	104	107	104	104	99	100	95	mg%
Mittelwert:	96,6	97,0	98,0	100,0	102,8	105,2	106	4103,6	102,0	98,8	97,6	98,8	97,8	mg%

Abb. VII.



Mittelwertskurven zu den Tabellen IX a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

36. Udo Z. 2 Jahre,
37. Inge K. 3 Jahre,
38. Klaus P. 4 Jahre.

Tabelle X a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
36.	96	88	91	91	90	84	91	92	92	94	95	88	86	mg%
37.	88	90	86	92	90	90	92	89	82	80	80	82	83	mg%
38.	94	94	98	99	99	100	93	95	96	104	105	105	101	mg%
Mittelwert:	92,6	90,6	91,6	94,0	93,0	91,3	92,0	92,0	90,0	92,6	93,3	91,6	90,0	mg%

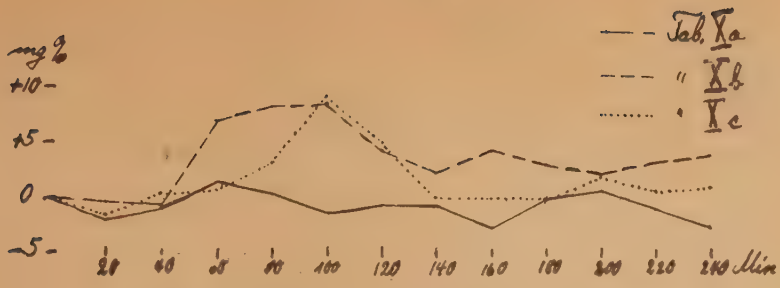
Tabelle X b:
Versuche mit 100 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchtern wert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
36.	93	92	90	96	98	100	95	99	100	93	95	95	96	mg%
37.	96	98	102	110	112	110	110	99	99	102	100	100	100	mg%
38.	78	76	73	82	82	83	75	76	81	81	79	82	83	mg%
Mittelwert:	89,0	88,6	88,3	96,0	97,3	97,6	93,3	91,3	93,3	92,0	91,3	92,3	93,0	mg%

Tabelle X c:
Versuche mit 200 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchtern-wert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
36.	82	79	84	89	87	98	93	88	85	87	87	88	88	mg%
37.	85	88	90	87	92	98	96	90	92	90	90	84	81	mg%
38.	92	87	86	85	90	91	85	81	82	82	88	89	93	mg%
Mittelwert:	86,3	84,6	86,6	87,0	89,6	95,6	91,3	86,3	86,3	86,3	88,3	87,0	87,3	mg%

Abb. VIII.



Mittelwertskurven zu den Tabellen X a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

39. Georg P. 8 Jahre,
40. Erich V. 11 Jahre,
41. Ingeborg Sch. 12 Jahre.

Tabelle XI a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Min	
39.	77	83	82	82	76	77	73	74	70	70	69	74	71	mg%
40.	81	77	79	70	73	73	82	84	84	81	84	87	87	mg%
41.	78	82	80	79	79	82	81	81	81	84	82	80	81	mg%
Mittelwert:	78,6	80,6	80,3	77,0	76,0	77,3	78,6	79,6	78,3	78,3	78,3	80,3	79,6	mg%

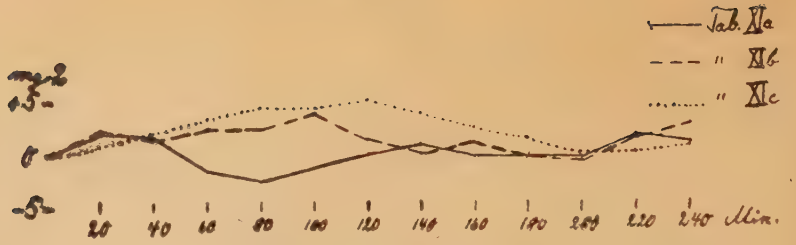
Tabelle XI b:
Versuche mit 150 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Minuten nach dem Einlauf.	
39.	90	93	93	85	85	84	80	81	81	81	82	87	86	mg%
40.	98	99	100	104	104	106	105	100	101	105	105	104	104	mg%
41.	78	81	77	84	84	87	85	85	87	79	81	80	84	mg%
Mittelwert:	88,6	91,0	90,0	91,0	91,0	92,3	90,0	88,6	89,6	88,3	89,3	90,3	91,3	mg%

Tabelle XI c:
Versuche mit 300 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240 Minuten nach dem Einlauf.	
39.	88	91	91	93	87	87	87	90	90	90	89	92	92	mg%
40.	81	77	80	82	89	88	91	86	86	85	82	79	80	mg%
41.	84	87	88	88	90	91	90	88	84	82	82	82	83	mg%
Mittelwert:	84,3	85,0	86,3	87,6	88,6	88,6	89,3	88,0	86,6	85,6	84,3	84,3	85,0	mg%

Abb. IX.



Mittelwertskurven zu den Tabellen XI a—c.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Die Einläufe wurden gut gehalten; nur zwei mußten wegen vorzeitiger Ausstoßung wiederholt werden. Reizung der Dickdarmschleimhaut trat niemals auf. Die Reisschleimeinläufe bewirkten in fast allen Versuchen Blutzuckererhöhungen, die allerdings nur gering waren und hinter denen nach Traubenzuckereinläufen zurückblieben. Nur in wenigen Versuchen stieg der Blutzucker mehr als 10 mg%. Der größte Blutzuckeranstieg betrug 18 mg% (Tab. IX c, 31). Wie auch aus den Abbildungen zu ersehen ist, waren die Blutzuckererhöhungen von den zugeführten Reisschleimmengen abhängig. Nach den Traubenzuckereinläufen begannen die Blutzuckerwerte schon nach 20 Minuten zu steigen, nach den Reisschleimeinläufen meist erst nach 40 Minuten; die Maximalwerte wurden ebenfalls später erreicht, und zwar 80 bis 120 Minuten nach dem Einlauf. Der Blutzucker sank im Gegensatz zu den Blutzuckerwerten nach den Traubenzuckereinläufen gegen Ende des Versuches nur selten unter den Ausgangswert.

Diese Unterschiede sind noch besser in den folgenden Versuchsreihen zu erkennen, in denen jeder Säugling einen Einlauf mit 60 ccm 6prozentigen Reisschleims, einen Einlauf mit 60 ccm 6prozentigen Reisschleims + 20% Traubenzucker (= 12 g Traubenzucker) und einen Einlauf mit 60 ccm 20prozentiger Traubenzuckerlösung (= 12 g Traubenzucker) erhielt. Den älteren Kindern wurden folgende Mengen gegeben: 100 ccm 6prozentigen Reisschleims, 100 ccm 6prozentigen Reisschleims + 20% Traubenzucker (= 20 g Traubenzucker), 100 ccm einer 20prozentigen Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker). In vorher genannten Versuchen (Tab. VII c) hatten die 20prozentigen Traubenzuckerlösungen bei allen Säuglingen eine Reizung der Dickdarmschleimhaut hervorgerufen. In den folgenden Versuchen wurde die gleiche Menge und Konzentration in

6prozentigem Reisschleim gelöst rektal gegeben (Tab. XII c, XIII c); zum Vergleich erhielten die Kinder nochmals 20prozentige Traubenzuckerlösungen ohne Reisschleim (Tab. XII d, XIII d).

42. Ingrid Sch. – 3 Monate,
43. Horst Z. – 4 Monate,
44. Ingrid K. – 6 Monate,
45. Rudi N. – 8 Monate,
46. Brunhilde W. – 9 Monate.

Tabelle XII a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
42.	94	96	96	94	88	84	83	88	90	90	94	95	98	mg%
43.	105	100	96	98	95	102	100	100	99	101	96	93	95	mg%
44.	95	95	93	95	96	99	99	89	88	88	88	82	84	mg%
45.	90	91	91	93	93	91	84	86	85	86	91	91	95	mg%
46.	88	96	90	89	89	98	99	97	98	98	95	99	97	mg%
Mittelwert:	94,4	95,6	93,2	93,8	92,2	94,8	93,0	92,0	92,0	92,6	92,8	92,0	93,8	mg%

Tabelle XII b:
Versuche mit 60 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
42.	103	105	109	107	110	105	109	109	108	107	105	108	106	mg%
43.	96	96	99	102	102	103	103	103	103	101	100	100	91	mg%
44.	97	95	100	102	112	114	112	107	110	110	107	111	103	mg%
45.	83	88	84	84	91	89	86	86	86	84	83	78	76	mg%
46.	87	86	85	87	92	91	92	85	89	90	87	90	92	mg%
Mittelwert:	93,2	94,0	95,4	96,4	101,4	100,4	100,4	98,0	99,2	98,4	96,4	97,4	93,6	mg%

Tabelle XII c:
Versuche mit 60 ccm 6prozentigen Reisschleims + 20% Traubenzucker (=12 g Traubenzucker).

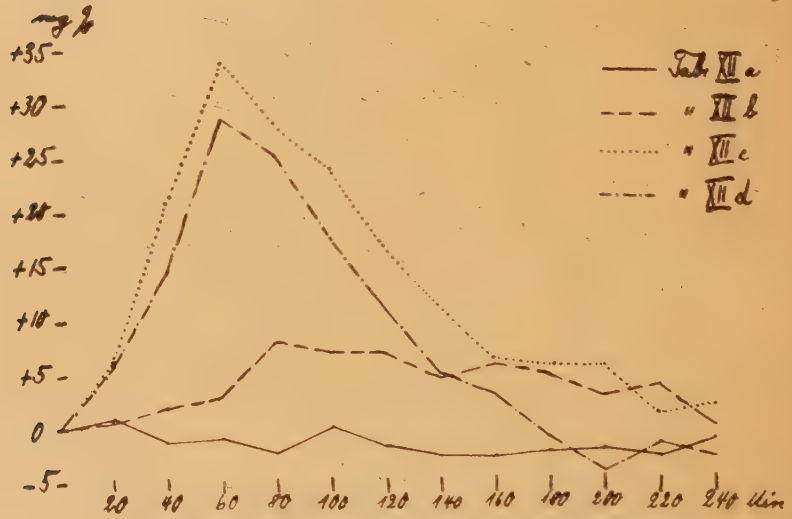
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
42.	96	102	121	131	133	117	106	104	94	88	91	90	89	mg%
43.	86	97	118	137	135	134	122	125	108	106	107	103	101	mg%
44.	101	113	135	145	126	118	115	108	109	108	106	99	103	mg%
45.	93	101	100	119	108	114	104	85	86	93	94	88	85	mg%
46.	84	82	94	100	101	101	100	98	99	98	95	91	97	mg%
Mittelwert	92,6	99,0	113,6	126,4	120,6	116,8	109,4	104,0	99,2	98,6	98,6	94,2	95,0	mg%

Tabelle XII d:

Versuche mit 60 ccm 20prozentiger Traubenzuckerlösung (= 12 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf.												
42.	101	110	115	131	127	110	109	101	98	97	94	95	91	mg%
43.	80	89	93	106	102	99	90	82	73	71	73	74	73	mg%
44.	91	102	119	140	128	122	104	99	109	102	101	109	104	mg%
45	82	85	104	113	115	108	102	93	95	90	81	73	74	mg%
46.	93	92	88	100	101	96	97	98	89	84	80	91	93	mg%
Mittelwert	89,4	95,6	103,8	118,0	114,6	107,0	100,4	94,6	92,8	88,8	85,8	88,4	87,0	mg%

Abb. X.



Mittelwertskurven zu den Tabellen XII a—d.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

47. Jürgen L. 3 Jahre,
48. Klaus Peter K. 4 Jahre,
49. Helga K. 5 Jahre.

Tabelle XIII a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
47.	81	81	84	80	80	74	73	79	80	80	80	87	85	mg%
48.	97	91	92	90	99	100	100	96	95	94	96	96	92	mg%
49.	86	82	82	85	88	89	89	88	90	83	82	82	88	mg%
Mittelwert	88,0	84,6	86,0	85,0	89,0	87,6	87,3	88,0	88,3	85,6	86,0	88,3	88,3	mg%

Tabelle XIII b:

Versuche mit 100 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf.												
47.	86	84	90	90	91	94	96	88	91	91	90	85	82	mg%
48.	88	90	87	90	92	94	93	93	89	92	92	90	94	mg%
49.	93	93	94	95	97	90	99	97	93	96	95	95	90	mg%
Mittelwert	89,0	89,0	90,3	91,6	93,3	92,6	96,0	92,6	91,0	93,0	92,3	90,0	90,6	mg%

Tabelle XIII c:

Versuche mit 100 ccm 6prozentigen Reisschleims + 20 % Traubenzucker (= 20 g Traubenzucker).

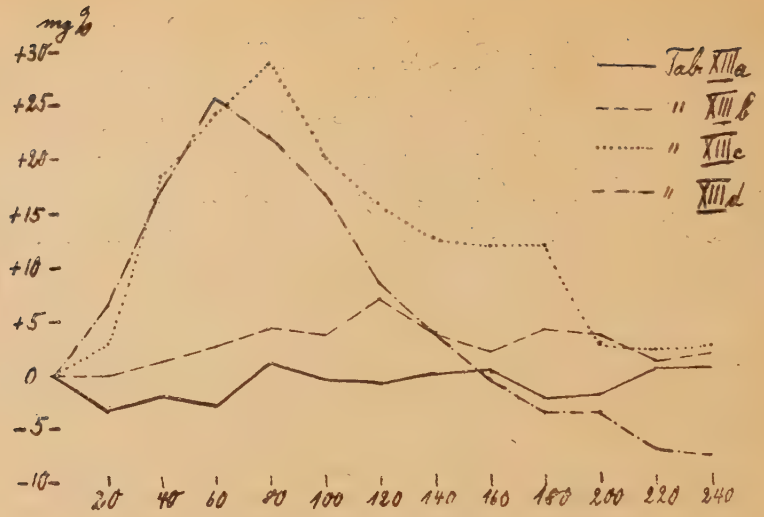
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf.												
47.	103	107	129	139	145	138	134	123	119	118	105	109	108	mg%
48.	82	84	101	106	105	99	91	93	92	92	89	87	91	mg%
49.	88	91	98	100	106	96	95	94	97	98	87	83	81	mg%
Mittelwert	91,0	94,0	109,3	115,0	118,6	111,0	106,0	103,3	102,6	102,6	93,6	93,0	93,3	mg%

Tabelle XIII d:

Versuche mit 100 ccm 20prozentiger Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf.												
47.	88	97	109	117	118	105	103	98	90	94	94	88	79	mg%
48.	93	95	96	92	90	90	85	93	83	83	86	81	81	mg%
49.	91	99	118	139	129	126	109	102	97	84	81	82	89	mg%
Mittelwert	90,6	97,0	107,6	116,0	112,3	107,0	99,0	94,3	90,0	87,0	87,0	83,6	83,0	mg%

Abb. XI.



Mittelwertskurven zu den Tabellen XIII a—d.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Die 20prozentigen Traubenzuckerlösungen riefen wieder bei drei Säuglingen eine Reizung der Dickdarmschleimhaut hervor, und das 4jährige Kind klagte über geringe Leibschmerzen. Bei vier Säuglingen mußten die Einläufe mehrmals gegeben werden, da sie immer wieder nach kurzer Zeit ausgestoßen wurden. Dagegen wurden die Einläufe mit 6prozentigem Reisschleim + 20 % Traubenzucker viel besser vertragen; nur bei einem Säugling trat eine geringe Reizung der Dickdarmschleimhaut auf; alle Einläufe wurden gut gehalten, so daß keiner wiederholt zu werden brauchte.

Die Einläufe mit Reisschleim bewirkten wiederum nur eine geringe Steigerung des Blutzuckers, meist weniger als 10 mg %. Durch zwei Traubenzuckereinläufe wurde der Blutzucker nicht wesentlich beeinflußt (Tab. XII d, 46 und XIII d, 48), während er sonst regelmäßig anstieg. Nach allen Einläufen mit 6prozentigem Reisschleim + 20 % Traubenzucker trat ein Anstieg des Blutzuckers auf, und zwar war der Anstieg fast bei allen Kindern größer als der nach Traubenzuckerklystieren; dies geht auch deutlich aus den Mittelwertskurven der Abbildungen X und XI hervor. Bei den Säuglingen beträgt der Maximalwert der Mittelwertskurve 33,8 mg % nach Reisschleim + 20 % Traubenzucker und 28,6 mg % nach

20prozentiger Traubenzuckerlösung; bei den älteren Kindern betragen die entsprechenden Werte 28,6 mg % und 25,4 mg %.

In den letzten Versuchsreihen wurde bei gleicher Versuchsanordnung dieselbe Menge Traubenzucker statt in 20prozentiger in 10prozentiger Lösung gegeben. Die Säuglinge erhielten je einen Einlauf mit 120 ccm 6prozentigen Reisschleims, mit 120 ccm 6prozentigen Reisschleims + 10 % Traubenzucker (= 12 g Traubenzucker) und mit 120 ccm einer 10prozentigen Traubenzuckerlösung; den beiden älteren Kindern gab ich folgende Mengen: 200 ccm 6prozentigen Reisschleims, 200 ccm 6prozentigen Reisschleims + 10 % Traubenzucker (= 20 g Traubenzucker) und 200 ccm einer 10prozentigen Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker).

50. Klaus H. 4 Monate,
51. Christa S. 5 Monate,
52. Günter R. 8 Monate,
53. Karl Heinz D. 10 Monate.

Tabelle XIV a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
50.	88	87	91	99	90	86	84	88	89	90	86	86	90	mg%
51.	86	86	86	88	89	87	87	87	90	91	91	86	81	mg%
52.	103	98	99	104	100	101	94	93	93	97	98	100	97	mg%
53.	94	95	90	91	91	89	93	96	98	95	96	95	94	mg%
Mittelwert	92,7	91,5	91,5	93,2	92,5	90,7	89,5	91,0	92,2	93,2	92,7	91,7	90,5	mg%

Tabelle XIV b:
Versuche mit 120 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
		Minuten nach dem Einlauf.												
50.	93	92	92	94	96	98	97	95	91	94	94	95	94	mg%
51.	101	103	102	102	98	100	103	103	96	95	93	101	102	mg%
52.	81	81	79	86	85	87	93	88	88	87	86	87	88	mg%
53.	90	93	94	98	99	103	108	102	101	97	96	88	87	mg%
Mittelwert	91,2	92,2	91,7	95,0	94,5	97,0	100,2	97,0	94,0	93,2	92,2	92,7	92,7	mg%

Tabelle XIV c:

Versuche mit 120 ccm 6prozentigen Reisschleims + 10 % Traubenzucker (= 12 g Traubenzucker).

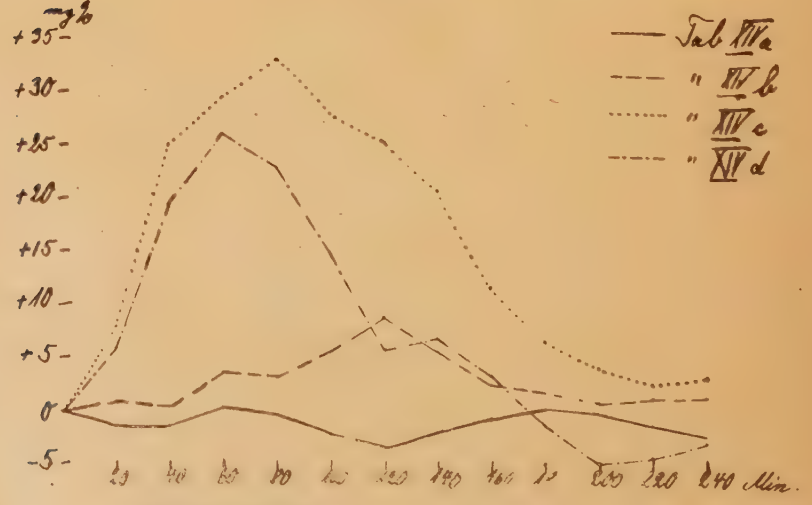
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
					Minuten nach dem Einlauf.									
50.	91	98	118	121	129	115	122	117	99	96	88	86	87	mg%
51.	86	90	102	111	119	114	102	96	90	92	90	89	90	mg%
52.	95	108	124	126	115	121	117	115	117	100	95	93	97	mg%
53.	95	103	123	127	136	128	127	123	108	106	91	90	86	mg%
Mittelwert	91,7	99,7	116,7	121,2	124,7	119,5	117,0	112,5	103,5	98,5	91,0	89,5	90,0	mg%

Tabelle XIV d:

Versuche mit 120 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 12 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
					Minuten nach dem Einlauf.									
50.	87	98	115	121	121	104	101	93	86	80	77	81	83	mg%
51.	94	92	96	102	107	102	94	97	97	98	95	94	97	mg%
52.	103	107	128	130	116	110	107	109	100	94	99	99	95	mg%
53.	79	90	102	114	111	107	85	92	94	87	74	73	77	mg%
Mittelwert	90,7	96,7	110,2	116,7	113,7	105,7	96,7	97,7	94,2	89,7	86,2	86,7	88,0	mg%

Abb. XII.



Mittelwertskurven zu den Tabellen XIV a—d.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

54. Horst J. 3 Jahre,
55. Gerd J. 6 Jahre.

Tabelle XV a: Leerversuche.

Nr.	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	Min.
54.	87	86	88	88	87	86	85	83	78	81	81	79	83	mg%
55.	93	90	86	87	84	88	88	94	93	93	92	94	95	mg%
Mittelwert	90,0	88,0	87,0	87,5	85,5	87,0	86,5	88,5	85,5	87,0	86,5	86,5	89,0	mg%

Tabelle XV b:

Versuche mit 200 ccm 6prozentigen Reisschleims.

Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
54.	78	80	83	83	84	85	91	84	86	85	85	83	84	mg%
55.	87	86	85	88	90	92	89	88	82	81	82	87	85	mg%
Mittelwert	82,5	83,0	84,0	85,5	87,0	88,5	90,0	86,0	84,0	83,0	83,5	85,0	84,5	mg%

Tabelle XV c:

Versuche mit 200 ccm 6prozentigen Reisschleims + 10 % Traubenzucker (= 20 g Traubenzucker).

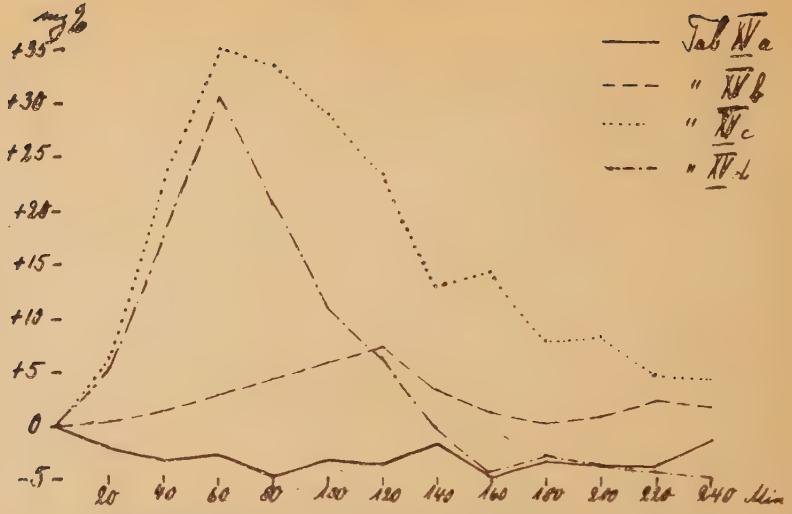
Nr.	Nüchternwert	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
54.	89	93	111	116	119	117	104	91	94	92	95	93	94	mg%
55.	82	91	106	125	119	112	114	106	106	95	93	88	86	mg%
Mittelwert	85,5	92,0	108,5	120,5	119,0	114,5	109,0	98,5	100,0	93,5	94,0	90,5	90,0	mg%

Tabelle XV d:

Versuche mit 200 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung (= 20 g Traubenzucker).

Nr.	Nüchternheit	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	
						Minuten nach dem Einlauf.								
54.	88	89	98	114	110	97	98	87	86	87	82	84	89	mg%
55.	94	104	120	129	113	107	97	95	88	90	93	90	84	mg%
Mittelwert	91,0	96,5	109,0	121,5	111,5	102,0	97,5	91,0	87,0	88,5	87,5	87,0	86,5	mg%

Abb. XIII.



Mittelwertskurven zu den Tabellen XV a—d.
Abweichungen vom mittleren Ausgangswert in mg%.

Diese Resultate entsprechen denen der vorhergehenden Versuche (Tab. XII a—d, XIII a—d). Nach den Reisschleimeinläufen traten wiederum nur geringe Blutzuckersteigerungen auf, während die übrigen Einläufe meist beträchtliche Erhöhungen bewirkten. Der Blutzucker stieg nach den Einläufen mit 6prozentigem Reisschleim + 10 % Traubenzucker regelmäßig stärker an als nach den Traubenzuckerklystieren. Die Maximalwerte der Mittelwertskurven lagen nach Reisschleim + 10 % Traubenzucker bei den Säuglingen um 33 mg %, bei den älteren Kindern um 35 mg % höher als der mittlere Ausgangswert und nach den 10prozentigen Traubenzuckerlösungen bei den Säuglingen um 26 mg %, bei den älteren Kindern um 33,5 mg %.

In diesen vergleichenden Versuchen bewährten sich also in bezug auf Verträglichkeit und Erhöhung des Blutzuckers die Einläufe am besten, bei denen Reisschleim als Lösungsmittel für den Traubenzucker verwendet wurde. Es besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen der 10- und 20prozentigen Lösung, da beide Lösungen gut vertragen werden und die Blutzuckererhöhung nicht von der Konzentration abhängig ist, wie dies schon in anderen Versuchsreihen (Tab. VII a—c, VIII a—c) gezeigt wurde.

Zusammenfassung.

In zahlreichen Versuchen wurde bei Kindern im Alter von 2 Monaten bis 13 Jahren das Verhalten des Blutzuckers nach Einläufen mit 10- und 20prozentigen Traubenzuckerlösungen verfolgt. Außerdem wurden zum Vergleich bei allen Kindern die Nüchternblutzuckerwerte über 4 Stunden bestimmt. Die Nüchternkurven sanken, wie aus den Abbildungen ersichtlich, innerhalb 4 Stunden etwas ab. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Ritter überein, die bei 40 ein- bis zwölfjährigen Kindern nach 4 Stunden einen durchschnittlichen Abfall des Nüchternblutzuckers um 7,6 % (6 mg %) fand.

Nach den Traubenzuckereinläufen stieg der Blutzucker in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche um 20 bis 40 mg %; eine merkliche Senkung, wie es bei Erwachsenen von einigen Autoren beobachtet wurde, trat niemals auf. Der Blutzucker begann meist schon 20 Minuten nach dem Einlauf zu steigen. Die Maximalwerte wurden nach 60 bis 80 Minuten ereicht; zwischen der 120. und 180. Minute war der Blutzucker wieder auf den Ausgangswert abgesunken. Die Blutzuckererhöhungen waren von den zugeführten Traubenzuckermengen abhängig, aber nicht von der Konzentration.

Als Lösungsmittel für den Traubenzucker bewährte sich Reisschleim besser als Wasser sowohl in bezug auf Verträglichkeit als auch auf die Erhöhung des Blutzuckers. Alle 10prozentigen Lösungen wurden gut vertragen, desgleichen die 20prozentigen Lösungen, wenn als Lösungsmittel Reisschleim genommen wurde, während die 20prozentigen Traubenzuckerlösungen, für die Wasser als Lösungsmittel verwendet wurde, häufig eine Reizung des Dickdarms bewirkten. Die besten Resultate ergaben also die Einläufe mit 6prozentigem Reisschleim + 10 oder 20 % Traubenzucker; jedoch ist die 20prozentige Lösung der 10prozentigen vorzuziehen, weil mit ersterer doppelt soviel Traubenzucker bei gleicher Einlaufsmenge verabreicht werden kann.

Nach Einläufen mit 6prozentigem Reisschleim trat fast regelmäßig ein geringer Anstieg des Blutzuckers auf (etwa 10 mg %).

Daß der Anstieg des Blutzuckers nach Traubenzuckereinläufen wirklich eine Folge der Resorption des rektal zugeführten Traubenzuckers ist, wurde dadurch bewiesen, daß der Blutzucker durch Einläufe mit physiologischer Kochsalzlösung und Leitungswasser nicht beeinflußt wurde, während er bei den gleichen Versuchspersonen nach Traubenzuckereinläufen beträchtlich anstieg.

Zum Schluß möchte ich Herrn Professor Dr. H. Opitz für die Ueberlassung der Arbeit sowie für die freundliche Unterstützung während der Ausführung derselben bestens danken.

Literatur.

Arnheim: Zeitschr. f. diätetische u. physikalische Therapie. 8. Bd., 1905, S. 75.

Bálint: Klin. Wschr. 1911, 1562.

Bauer und Monguio: Klin. Wschr. 1932, 1820.

Bingel: Die Therapie der Gegenwart. 7. Jhrg. 1905, 436.

Büdingen: Zeitschr. f. d. ges. experiment. Mediz. 95, 1934/35, 126.

Deucher: Korr.-Bl. f. Schweizer Aerzte 33, 1903, 41.

Ebeling: Arch. Surg. 29, 1934.

v. Halász: Dtsch. Arch. f. klin. Med. 98, 1910, 433.

Hári und v. Hálasz: Biochem. Zschr. 88. Bd., 1918, 337.

Jacobsohn und Rewald: Die Therapie der Gegenwart 1911, 119.

Julesz und Winkler: Zeitschr. f. d. ges. experiment. Med. 80, 1932.

v. Leube: Handbuch der Ernährungstherapie und Diätetik. 1, Bd. 1897, 490.

Levi, D.: Brit. J. Surg. 15, 1927, 282.

Lüthje: Die Therapie der Gegenwart. 1913, 193.

Lüthje: Vhdlg. d. Dtsch. Kongr. f. inn. Med. 30, 1913.

v. Noorden und Salomon: Handbuch der Ernährungslehre. 1. Bd., 1920, 1059.

Mc. Naely und Willems: Arch. of Surg. 22, 1931, 649.

Orlowski: Zeitschr. f. diätetische u. physikalische Therapie. 8. Bd., 1905, 481.

Plantenga: Der Wert der Nährklistiere. Inaug.-Dissertation Freiburg 1898.

Pressman: Amer. J. med. Sci. 179, 1931, 520.

Reach: Arch. f. experiment. Pathologie u. Pharmakologie. 47. Bd., 1902.

Rendle-Short und Bywater: Arch. f. experiment. Pathologie und Pharmakologie 71, 1913, 426.

Ritter: Arch. f. Kdh. 117, 1939, 225.

Rubino und Varela: Klin. Wschr. 1922, 2370.

Schäfer: Zeitschr. f. Kdh. 34. Bd., 1923, 196.

Schönborn: Zur Frage der Resorption von Kohlehydraten im menschlichen Rektum und ihre Verwertbarkeit zur künstlichen Ernährung. Inaug.-Dissertation Würzburg 1897.

Scott und Zweighaft: Arch. int. Med. 49, 1932, 221.

Strauss: Charité-Anlen 22, 1897, 264.

Tallerman: Quart. Med. 13, 1919, 336.

Tornack: Blutzuckerbestimmungen nach rektaler und intraduodenaler Verabreichung von Mono- und Disacchariden beim Menschen. Inaug.-Dissertation Berlin 1938.

Vogtherr: Arch. f. Kdh. 121, 1940, 156.

Voit und Bauer: Zeitschr. f. Biologie. 5. Bd., 1869, 536.

Lebenslauf.

Am 17. April 1911 wurde ich, Gerd Bluhme, als Sohn des damaligen Oberlehrers Dr. Friedrich Bluhme und seiner Ehefrau Margarete geb. Brandt in Halberstadt geboren. Ich besuchte das Realgymnasium in Halberstadt, das ich 1930 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Die vorklinischen Semester studierte ich in Halle, die klinischen Semester in Köln und Berlin, wo ich im Wintersemester 1937/38 das Staatsexamen bestand. Das Medizinalpraktikantenjahr verbrachte ich auf der Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses am Urban in Berlin, auf der Inneren Abteilung des Salvator-Krankenhauses in Halberstadt und im Städt. Kaiser- und Kaiserin-Friedrich-Kinderkrankenhaus in Berlin, wo ich seit meiner am 9. März 1939 erfolgten Approbation noch tätig bin.